

DOCKET NO.: 264543US41XPCT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Isabelle PESLERBE, et al.

SERIAL NO.: NEW U.S. PCT APPLICATION

FILED: HERewith

INTERNATIONAL APPLICATION NO.: PCT/FR03/02350

INTERNATIONAL FILING DATE: July 25, 2003

FOR: A MECHANICAL PART, AND A METHOD OF MANUFACTURING SUCH A PART

REQUEST FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. 119
AND THE INTERNATIONAL CONVENTION

Commissioner for Patents
Alexandria, Virginia 22313

Sir:

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicant claims as priority:

<u>COUNTRY</u>	<u>APPLICATION NO</u>	<u>DAY/MONTH/YEAR</u>
France	02 09444	25 July 2002

Certified copies of the corresponding Convention application(s) were submitted to the International Bureau in PCT Application No. PCT/FR03/02350. Receipt of the certified copy(s) by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.

Respectfully submitted,
OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,
MAIER & NEUSTADT, P.C.



Philippe J.C. Signore, Ph.D.
Attorney of Record
Registration No. 43,922
Surinder Sachar
Registration No. 34,423

Customer Number

22850

(703) 413-3000
Fax No. (703) 413-2220
(OSMMN 08/03)

TRAITE DE COOPERATION EN MATIERE DE BREVETS

PCT

NOTIFICATION RELATIVE
A LA PRESENTATION OU A LA TRANSMISSION
DU DOCUMENT DE PRIORITE

(instruction administrative 411 du PCT)

Expéditeur : le BUREAU INTERNATIONAL

Destinataire:

DRONNE, Guy
158, rue de l'Université
F-75340 Paris Cedex 07
FRANCE

25 JAN 2005

Date d'expédition (jour/mois/année) 06 novembre 2003 (06.11.03)	
Référence du dossier du déposant ou du mandataire H10579SOB481	NOTIFICATION IMPORTANTE
Demande internationale no PCT/FR03/02350	Date du dépôt international (jour/mois/année) 25 juillet 2003 (25.07.03)
Date de publication internationale (jour/mois/année) Pas encore publiée	Date de priorité (jour/mois/année) 25 juillet 2002 (25.07.02)
Déposant SNECMA MOTEURS etc	

1. La date de réception (sauf lorsque les lettres "NR" figurent dans la colonne de droite) par le Bureau international du ou des documents de priorité correspondant à la ou aux demandes énumérées ci-après est notifiée au déposant. Sauf indication contraire consistant en un astérisque figurant à côté d'une date de réception, ou les lettres "NR", dans la colonne de droite, le document de priorité en question a été présenté ou transmis au Bureau international d'une manière conforme à la règle 17.1.a) ou b).
2. Ce formulaire met à jour et remplace toute notification relative à la présentation ou à la transmission du document de priorité qui a été envoyée précédemment.
3. Un astérisque(*) figurant à côté d'une date de réception dans la colonne de droite signale un document de priorité présenté ou transmis au Bureau international mais de manière non conforme à la règle 17.1.a) ou b). Dans ce cas, l'attention du déposant est appelée sur la règle 17.1.c) qui stipule qu'aucun office désigné ne peut décider de ne pas tenir compte de la revendication de priorité avant d'avoir donné au déposant la possibilité de remettre le document de priorité dans un délai raisonnable en l'espèce.
4. Les lettres "NR" figurant dans la colonne de droite signalent un document de priorité que le Bureau international n'a pas reçu ou que le déposant n'a pas demandé à l'office récepteur de préparer et de transmettre au Bureau international, conformément à la règle 17.1.a) ou b), respectivement. Dans ce cas, l'attention du déposant est appelée sur la règle 17.1.c) qui stipule qu'aucun office désigné ne peut décider de ne pas tenir compte de la revendication de priorité avant d'avoir donné au déposant la possibilité de remettre le document de priorité dans un délai raisonnable en l'espèce.

<u>Date de priorité</u>	<u>Demande de priorité n°</u>	<u>Pays, office régional ou office récepteur selon le PCT</u>	<u>Date de réception du document de priorité</u>
25 juil 2002 (25.07.02)	02/09444	FR	31 octo 2003 (31.10.03)

Bureau international de l'OMPI
34, chemin des Colombettes
1211 Genève 20, Suisse

no de télécopieur: (41-22) 338.71.40

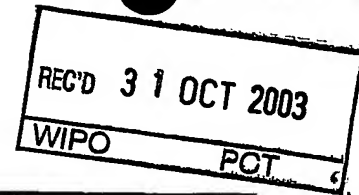
Fonctionnaire autorisé:

David LANIEL (Fax 338-87-20)

no de téléphone: (41-22) 338 8773



PCT/FR03/02350



4 JAN 2005

BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION**CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT****COPIE OFFICIELLE**

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 21 JUN. 2003

DOCUMENT DE PRIORITÉ**PRÉSENTÉ OU TRANSMIS
CONFORMÉMENT À LA
RÈGLE 17.1.a) OU b)**

Pour le Directeur général de l'Institut
national de la propriété industrielle
Le Chef du Département des brevets

Martine PLANCHE

INSTITUT
NATIONAL DE
LA PROPRIÉTÉ
INDUSTRIELLE

SIEGE
26 bis, rue de Saint Petersburg
75800 PARIS cedex 08
Téléphone : 33 (0)1 53 04 53 04
Télécopie : 33 (0)1 53 04 45 23
www.inpi.fr

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE
page 1/2



Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 540 W / 300301

REMISE DES PIÈCES DATE 25 JUIL 2002 LIEU 75 INPI PARIS N° D'ENREGISTREMENT 0209444 NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE PAR L'INPI 25 JUIL 2002		1 NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE CABINET BEAU DE LOMENIE 158, rue de l'Université 75340 PARIS CEDEX 07	
Vos références pour ce dossier HI05790.481 /SOB <i>(facultatif)</i>			
Confirmation d'un dépôt par télécopie		<input type="checkbox"/> N° attribué par l'INPI à la télécopie	
2 NATURE DE LA DEMANDE		Cochez l'une des 4 cases suivantes	
Demande de brevet		<input checked="" type="checkbox"/>	
Demande de certificat d'utilité		<input type="checkbox"/>	
Demande divisionnaire		<input type="checkbox"/>	
<i>Demande de brevet initiale</i> <i>ou demande de certificat d'utilité initiale</i>		N°	Date
		N°	Date
Transformation d'une demande de brevet européen <i>Demande de brevet initiale</i>		<input type="checkbox"/>	Date
		N°	Date
3 TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum) "Pièce mécanique, et procédé de fabrication d'une telle pièce mécanique"			
4 DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE		Pays ou organisation Date N° Pays ou organisation Date N° Pays ou organisation Date N° <input type="checkbox"/> S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	
5 DEMANDEUR		<input checked="" type="checkbox"/> S'il y a d'autres demandeurs, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	
Nom ou dénomination sociale		SNECMA MOTEURS	
Prénoms			
Forme juridique		Société Anonyme	
N° SIREN			
Code APE-NAF			
Adresse	Rue	2, boulevard du Général Martial Valin	
	Code postal et ville	75015 PARIS	
	Pays	FRANCE	
Nationalité		Française	
N° de téléphone <i>(facultatif)</i>			
N° de télécopie <i>(facultatif)</i>			
Adresse électronique <i>(facultatif)</i>			

Réservé à l'INPI

REMISE DES PIÈCES

DATE

25 JUIL 2002

LIEU

75 INPI PARIS

N° D'ENREGISTREMENT

0209444

NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI

OB 540 W / 300301

Vos références pour ce dossier :
(facultatif)

H105790.481/SOB

6 MANDATAIRE

Nom

Prénom

Cabinet ou Société

CABINET BEAU DE LOMENIE

N° de pouvoir permanent et/ou
de lien contractuel

Adresse

Rue

158, rue de l'Université

Code postal et ville

75 340 PARIS CEDEX 07

N° de téléphone (facultatif)

01.44.18.89.00

N° de télécopie (facultatif)

01.44.18.04.23

Adresse électronique (facultatif)

7 INVENTEUR (S)

Les inventeurs sont les demandeurs

☐ Oui

☒ Non Dans ce cas fournir une désignation d'inventeur(s) séparée

8 RAPPORT DE RECHERCHE

Uniquement pour une demande de brevet (y compris division et transformation)

Établissement immédiat
ou établissement différé

☒

☐

Paiement échelonné de la redevance

Paiement en deux versements, uniquement pour les personnes physiques

☐ Oui

☐ Non

**9 RÉDUCTION DU TAUX
DES REDEVANCES**

Uniquement pour les personnes physiques

☐ Requête pour la première fois pour cette invention (joindre un avis de non-imposition)

☐ Requête antérieurement à ce dépôt (joindre une copie de la décision d'admission pour cette invention ou indiquer sa référence):

Si vous avez utilisé l'imprimé «Suite»,
indiquez le nombre de pages jointes

**10 SIGNATURE DU DEMANDEUR
OU DU MANDATAIRE**
(Nom et qualité du signataire)



Sophie BRIAT
CPI n° 00.0400

VISA DE LA PRÉFECTURE
OU DE L'INPI

C. MARTIN

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE

Page suite N° .1. /1..

SUITE

REMISE DES PIÈCES DATE 25 JUIL 2002 LIEU 75 INPI PARIS N° D'ENREGISTREMENT 0209444 NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI		Réservé à l'INPI		Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire		DB 829 W / 140301	
Vos références pour ce dossier (facultatif)				H105790.481/SOB			
4 DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE				Pays ou organisation Date <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> N° Pays ou organisation Date <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> N° Pays ou organisation Date <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> N°			
5 DEMANDEUR				FORGES DE BOLOGNE			
Nom ou dénomination sociale				FORGES DE BOLOGNE			
Prénoms							
Forme juridique				Société Anonyme			
N° SIREN				<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>			
Code APE-NAF				<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>			
Adresse		Rue					
		Code postal et ville		5 2 3 1 1 0 BOLOGNE			
		Pays		FRANCE			
Nationalité				Française			
N° de téléphone (facultatif)							
N° de télécopie (facultatif)							
Adresse électronique (facultatif)							
5 DEMANDEUR							
Nom ou dénomination sociale							
Prénoms							
Forme juridique							
N° SIREN				<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>			
Code APE-NAF				<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>			
Adresse		Rue					
		Code postal et ville		<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>			
		Pays					
Nationalité							
N° de téléphone (facultatif)							
N° de télécopie (facultatif)							
Adresse électronique (facultatif)							
10 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire)				Sophie BRIAT CPI n° 00.0400			
				VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI C. MARTIN			

La présente invention concerne l'obtention d'une pièce mécanique présentant une direction principale le long de laquelle s'étendent une zone de cœur formant un noyau et une zone périphérique formant une enveloppe qui entoure ledit noyau, ledit noyau et ladite enveloppe présentant entre eux une liaison métallurgique, ledit noyau étant réalisé dans un premier matériau présentant au moins une matrice métallique et ladite enveloppe étant réalisée dans un deuxième matériau présentant au moins une matrice métallique.

Elle concerne plus précisément:

10 - une pièce mécanique réalisée avec deux parties formées d'un noyau réalisé dans un premier matériau présentant au moins une matrice métallique et d'une enveloppe réalisée dans un deuxième matériau présentant au moins une matrice métallique; et

15 - un procédé de fabrication qui permet l'obtention, par sa mise en oeuvre, de ladite pièce mécanique précitée.

En particulier, de manière non limitative, la présente invention concerne l'obtention d'une pièce mécanique pour laquelle la matrice métallique du premier matériau et/ou du deuxième matériau présente l'aluminium comme métal de base.

20 Dans une application préférée, mais non limitative, la présente invention concerne une pièce mécanique utilisée dans le secteur aéronautique, en particulier comme aube mobile ou fixe d'un compresseur, notamment basse pression, ou bien comme aube de soufflante (« fan ») de turboréacteur.

25 Toutefois, la présente invention n'est pas destinée à être limitée à la réalisation d'aubes ni à n'être appliquée seulement au secteur aéronautique : d'autres types de pièces mécaniques peuvent être envisagées, notamment dans les secteurs des machines-outils ou dans le secteur automobile, comme des carters, des tubes, des cylindres ou des pièces d'usure dans le domaine du freinage.

30 Spécifiquement, des pièces mécaniques de plus en plus légères et présentant de bonnes caractéristiques de résistance mécanique et de tenue en température sont requises, pour des applications de divers types.

Ainsi, en particulier dans le domaine aéronautique, et plus
35 précisément dans les turboréacteurs, sont recherchés des matériaux avec

des caractéristiques de résistance mécanique et de tenue à la température optimales, notamment pour la fabrication des aubes fixes et/ou mobiles.

A l'heure actuelle, les alliages de titane sont largement utilisés à cet effet, ce qui a notamment pour inconvénients des coûts important de matière première ainsi qu'un poids parfois encore considéré comme trop important.

Des solutions visant à la réalisation de pièces creuses en titane permettant d'alléger les structures sont aussi utilisées, ce qui engendre des techniques de fabrication relativement sophistiquées et coûteuses.

On peut se référer au document US 6 218 026 qui propose la réalisation d'une pièce mécanique hybride composée notamment de deux alliages différents de titane respectivement disposés à l'emplacement de parties interne et externe de la pièce. Selon ce document de l'art antérieur, la partie interne et la partie externe sont reliées entre elles par une liaison métallurgique obtenue par pressage isostatique à chaud.

En tout état de cause, on vise à obtenir une pièce mécanique dont le module d'élasticité est plus important dans la partie interne que dans la partie externe afin d'améliorer les propriétés mécaniques de la pièce sans altérer particulièrement sa densité.

Toutefois, l'intervention d'un alliage de titane est par ailleurs préjudiciable du point de vue de la masse de la pièce mécanique et du coût de matière première tandis que la technique de pressage isostatique à chaud est lourde à mettre en œuvre.

La présente invention a pour objectif de pallier les inconvénients de ces techniques de l'art antérieur en proposant une pièce mécanique et son procédé de fabrication à l'aide de techniques métallurgiques simples à mettre en oeuvre.

Selon un de ses aspects, la présente invention concerne donc une pièce mécanique présentant une direction principale le long de laquelle s'étendent une zone de cœur formant un noyau et une zone périphérique formant une enveloppe qui entoure ledit noyau, ledit noyau et ladite enveloppe présentant entre eux une liaison métallurgique, ledit noyau étant réalisé dans un premier matériau présentant au moins une matrice métallique et ladite enveloppe étant réalisée dans un deuxième matériau présentant au moins une matrice métallique.

De façon caractéristique, lesdites matrices métalliques du premier et du deuxième matériaux présentent le même métal de base et l'un au moins parmi lesdits premier et deuxième matériaux est formé d'un composite à matrice métallique comprenant des éléments de renforcement dispersés dans ladite matrice métallique.

De cette manière, on comprend qu'il est possible d'obtenir une pièce présentant un noyau et une enveloppe entre lesquelles est formée une interface formée d'une liaison physico-chimique de très bonne qualité du fait de la similitude entre les premier et deuxième matériaux qui comportent le même métal de base.

Les caractéristiques de l'interface entre deux matériaux formant une pièce, que l'on peut donc qualifier de complexe, sont d'une grande importance, en particulier lorsque l'un au moins de ces matériaux est un composite à matrice métallique : l'identité entre le métal de base rentrant dans la composition des premier et deuxième matériaux est à cet égard d'une grande importance dans l'obtention d'un noyau et d'une enveloppe formant entre eux une liaison métallurgique présentant une grande résistance mécanique.

En outre, cet agencement permet, par la présence des éléments de renforcement, dans l'un au moins parmi le premier matériau et le deuxième matériau, d'améliorer les propriétés de résistance mécanique et, éventuellement de tenue en température, de la pièce dans la partie que l'on souhaite renforcer, tout en conservant globalement une densité similaire à celle de la matrice métallique.

On note incidemment que selon l'application envisagée pour la pièce mécanique, soit l'un seulement parmi le premier matériau (noyau) et le deuxième matériau (enveloppe), soit à la fois le premier matériau et le deuxième matériau (noyau et enveloppe), est (sont) constitué(s) d'un composite à matrice métallique comprenant des éléments de renforcement dispersés dans ladite matrice métallique.

Dans ce dernier cas, la composition du premier matériau est différente de celle du deuxième matériau, au moins en ce qui concerne la proportion des éléments de renforcement.

Les dispositions suivantes sont de préférence adoptées, de manière indépendante ou combinée :

- ledit métal de base est l'aluminium ;

- lesdites matrices métalliques du premier et du deuxième matériaux sont respectivement formées d'un premier alliage et d'un deuxième alliage, ledit premier alliage et ledit deuxième alliage appartenant aux alliages à base d'aluminium des séries 2000, 5000, 6000 ou 7000 selon les normes ASTM ; de préférence, ledit premier alliage et ledit deuxième alliage appartiennent à la même série d'alliage à base d'aluminium parmi lesdites séries 2000, 5000, 6000 ou 7000 selon les normes ASTM, en particulier à la série 2000 ;

- éléments de renforcement sont des particules de carbure de silicium (SiC), d'alumine (Al_2O_3) ou de carbure métallique tel que carbure de tungstène, de bore ou de titane ;

- lesdits éléments de renforcement représentent au plus 50% en poids de la composition dudit composite à matrice métallique ; de préférence, lesdits éléments de renforcement représentent entre 5 et 35%, de préférence entre 10 et 20%, et de préférence de l'ordre de 15% en poids de la composition dudit composite à matrice métallique ;

- l'un parmi lesdits premier et deuxième matériaux est formé dudit composite à matrice métallique comprenant lesdits éléments de renforcement dispersés dans ladite matrice métallique, l'autre parmi lesdits premier et deuxième matériaux étant formé seulement de ladite matrice métallique ;

- ledit premier matériau est formé seulement de ladite matrice métallique qui comporte l'aluminium comme métal de base et ledit deuxième matériau est formé dudit composite à matrice métallique comprenant lesdits éléments de renforcement dispersés dans ladite matrice métallique, ladite matrice métallique ayant l'aluminium comme métal de base et lesdits éléments de renforcement étant formés de particules de carbure de silicium (SiC) : ce choix préférentiel permet de bénéficier de la bonne tenue à l'érosion et à l'impact de l'Al/SiC et de sa rigidité plus importante ;

- lesdits premier et deuxième matériaux sont formés dudit composite à matrice métallique comprenant lesdits éléments de renforcement dispersés dans ladite matrice métallique, lesdits éléments de renforcement représentant un pourcentage en poids de la composition dudit composite à matrice métallique différent dans ledit noyau et dans ladite enveloppe ;

- lesdits éléments de renforcement représentent un pourcentage en poids de la composition dudit composite à matrice métallique progressif dans ledit premier matériau et dans ledit deuxième matériau, depuis le centre dudit noyau vers la périphérie de ladite enveloppe ;

- ledit premier matériau présente, pour lesdits éléments de renforcement, un pourcentage en poids de la composition dudit composite à matrice métallique plus important que dans ledit deuxième matériau;

- ledit deuxième matériau présente, pour lesdits éléments de renforcement, un pourcentage en poids de la composition dudit composite à matrice métallique plus important que dans ledit premier matériau.

Selon une application préférentielle, mais non limitative, de la pièce mécanique selon l'invention, on considère une aube constituée de ladite pièce mécanique.

Une telle aube peut appartenir à un compresseur, en particulier basse pression, que ce soit en tant qu'aube fixe ou en tant qu'aube mobile.

Egalement, une telle aube peut s'appliquer à la réalisation d'une soufflante de turboréacteur.

Selon un autre aspect, la présente invention concerne le procédé de fabrication qui permet l'obtention, par sa mise en oeuvre, de ladite pièce mécanique précitée.

De manière générale, le procédé de fabrication selon la présente invention permet l'obtention d'une pièce mécanique, par la mise en oeuvre des étapes suivantes :

a) on réalise par compactage un demi-produit contenant un noyau et une enveloppe, ledit noyau et ladite enveloppe présentant entre eux une liaison métallurgique, ledit noyau étant réalisé dans un premier matériau présentant au moins une matrice métallique et ladite enveloppe étant réalisée dans un deuxième matériau présentant au moins une matrice métallique, lesdites matrices métalliques du premier et du deuxième matériaux présentant le même métal de base et en l'un au moins parmi lesdits premier et deuxième matériaux étant formé d'un composite à matrice métallique comprenant des éléments de renforcement dispersés dans ladite matrice métallique,

b) on réalise le forgeage du demi-produit pour obtenir une ébauche, et

c) on usine ladite ébauche pour aboutir à un produit fini formant ladite pièce mécanique .

Concernant la réalisation de l'étape a), plusieurs solutions sont possible sans sortir du cadre de la présente invention.

5 Selon une première solution, ladite étape a) consiste à former conjointement le noyau et l'enveloppe par la technique de métallurgie des poudres. Selon cette technique, qui met en ouvre la compression d'une poudre dans une matrice, suivie d'un traitement thermique dit « frittage », il est ainsi possible d'obtenir une pièce métallique formant directement le
10 demi-produit.

 Cette première solution est en particulier bien adaptée à la situation dans laquelle on souhaite obtenir une pièce mécanique où lesdits éléments de renforcement représentent un pourcentage en poids de la composition dudit composite à matrice métallique progressif dans ledit
15 premier matériau (noyau) et dans ledit deuxième matériau (enveloppe), depuis le centre dudit noyau vers la périphérie de ladite enveloppe, soit en diminuant depuis le centre, soit en augmentant depuis le centre, entre par exemple, un minimum de 0% à 10% et un maximum inférieur ou égale à 50% en poids.

20 Cette première solution ne se limite toutefois pas au cas de figure qui précède et il peut s'appliquer également aux deux cas mentionnés ci-après :

- lesdits premier et deuxième matériaux sont formés dudit composite à matrice métallique comprenant lesdits éléments de renforcement
25 dispersés dans ladite matrice métallique, lesdits éléments de renforcement représentant un pourcentage en poids de la composition dudit composite à matrice métallique différent dans ledit noyau et dans ladite enveloppe,
- l'un parmi lesdits premier et deuxième matériaux est formé dudit composite à matrice métallique comprenant lesdits éléments de
30 renforcement dispersés dans ladite matrice métallique, l'autre parmi lesdits premier et deuxième matériaux étant formé seulement de ladite matrice métallique.

 Selon une deuxième solution, ladite étape a) consiste à réaliser successivement les sous-étapes suivantes :

35 a1) former une tige s'étendant selon une direction longitudinale dans ledit premier matériau, ladite tige étant destinée à former ledit noyau placé au

cœur de la pièce mécanique ;

a2) former un manchon s'étendant selon une direction longitudinale dans ledit deuxième matériau, ledit manchon étant destinée à former l'enveloppe de la pièce mécanique en entourant ledit noyau ;

5 a3) introduire la tige dans le manchon pour former un ensemble, et

a4) passer à travers un orifice de section réduite ledit ensemble pour diminuer au moins une dimension dudit ensemble selon une direction perpendiculaire à ladite direction longitudinale et afin de créer une liaison métallurgique entre ladite tige et le dit manchon.

10 Cette deuxième solution est en particulier bien adaptée à la situation dans laquelle on souhaite obtenir une pièce mécanique où lesdits éléments de renforcement ne sont présents que dans l'un parmi lesdits premier et deuxième matériaux, l'autre parmi lesdits premier et deuxième matériaux étant formé seulement de ladite matrice métallique. On
15 privilégie alors la réalisation de celui parmi le noyau (premier matériau) et l'enveloppe (deuxième matériau) qui comporte les éléments de renforcement par la technique de métallurgie des poudres.

La sous-étape a4) de la deuxième solution de l'étape a), consiste à effectuer, de préférence, un laminage ou un filage de
20 l'ensemble, c'est-à-dire par passages successifs, en force et à chaud, entre des paires de cylindres de plus en plus rapprochés ou dans des filières de section de plus en plus petite.

D'une manière générale, cette étape a) utilise une technique réalisant le compactage, en particulier la mise sous pression entre le
25 noyau et l'enveloppe, soit au moment de leur formation conjointe (première solution), soit au moment de leur formation initiale en tant que pièces séparées (deuxième solution), de manière à créer entre les matériaux les constituant une liaison de type métallurgique engendrant une bonne interface.

30 Il est entendu que cette liaison de type métallurgique forme un contact plus intime qu'une liaison mécanique, les premier et deuxième matériaux étant si proches que les forces inter-atomiques entrent en jeu. Une telle interface permettra à la pièce mécanique de résister de manière satisfaisante aux différentes contraintes auxquelles elle est soumise.

35 Concernant la réalisation de l'étape b) de forgeage, plusieurs solutions sont possible sans sortir du cadre de la présente invention.

En effet, le forgeage consiste d'une manière générale en une opération métallurgique qui a pour objet de transformer les lingots en ébauches de forme déterminée par déformation d'un métal porté à une température où il est suffisamment malléable, la déformation étant
5 obtenue soit par choc (pilon, mouton), soit par pression (presses avec matrice fermée) entre deux outils.

Selon une solution préférentielle, cette étape de forgeage consiste en un matriçage ou estampage. D'autres possibilités de forgeage peuvent également être utilisées seules, ou en combinaison avec le
10 matriçage : forgeage sous presse , par pilon...

En particulier, le procédé de fabrication selon la présente invention s'applique à un premier matériau qui est formé seulement de ladite matrice métallique qui comporte l'aluminium comme métal de base et à un deuxième matériau qui est formé dudit composite à matrice
15 métallique comprenant lesdits éléments de renforcement dispersés dans ladite matrice métallique, ladite matrice métallique ayant l'aluminium comme métal de base et lesdits éléments de renforcement étant formés de particules de carbure de silicium (SiC) : ce choix préférentiel permet de
20 bénéficier d'une très bonne interaction entre un alliage d'aluminium et des particules de SiC, comme il est expliqué dans US 6 135 195, pour un matériau dont le prix est plus faible que celui du titane.

En outre, le choix de l'aluminium comme métal de base permet de bénéficier de ses bonnes propriétés d'allongement, notamment pour l'étape de forgeage et également, dans le cas de la deuxième solution de
25 l'étape a), lors de l'étape a4) de passage dans un orifice de section plus réduite (laminage ou filage), ainsi que de sa bonne tenue à la corrosion.

L'invention sera mieux comprise, et les caractéristiques secondaires et leurs avantages apparaîtront au cours de la description de modes de réalisation de la pièce mécanique selon l'invention donnée ci-
30 dessous à titre d'exemple.

Il est entendu que la description et les dessins ne sont donnés qu'à titre indicatif et non limitatif.

Il sera fait référence aux dessins annexés, dans lesquels :

- la figure 1 est une vue en section longitudinale partielle d'un
35 turboréacteur double-flux montrant une soufflante et un accélérateur

illustrant à titre d'exemple des applications possibles de la pièce mécanique selon la présente invention,

- la figure 2 est une vue en coupe longitudinale de l'agencement permettant la réalisation de l'une des étapes du procédé de fabrication selon la présente invention selon l'une des solutions possibles,

- les figures 3 et 4 sont des vues en perspective d'aubes tronquées à leur extrémité radialement externe qui illustrent des applications possibles de la pièce mécanique selon la présente invention, et

- la figure 5 est une vue en perspective partielle avec coupe selon la direction longitudinale d'une autre aube pouvant former la pièce mécanique selon la présente invention.

Un exemple des applications possibles de la pièce mécanique selon la présente invention est représenté à la figure 1 sous la forme d'un turboréacteur double-flux 100.

Ce turboréacteur 100 comprend une structure conventionnelle qui comporte différents éléments disposés axialement autour de l'axe longitudinal 102, en communication de fluide entre eux, à savoir notamment une soufflante 104 et un accélérateur 106.

Il est entendu qu'un tel turboréacteur comprend les autres éléments conventionnels d'une telle structure, à savoir un compresseur haute pression, une chambre de combustion, une turbine haute pression et une turbine basse pression, ces différents éléments supplémentaires n'étant pas représentés pour des raisons de clarté.

La soufflante 104 et l'accélérateur 106 sont menés en rotation par la turbine basse pression grâce à l'axe de rotor 108.

La soufflante 104 comprend une série d'aubes 110 s'étendant radialement qui sont montées sur un disque annulaire 112 : une seule de ces aubes apparaît sur la figure 1. Il est entendu que le disque 112 et les aubes 110 sont montés en rotation autour de l'axe 102 du moteur 100.

Le moteur 100 comporte en outre un carter de soufflante 114.

L'accélérateur 106 comprend plusieurs séries d'aubes mobiles 116 en rotation montées sur un disque 118 et entre lesquelles sont montées des séries d'aubes fixes 120.

La présente invention concerne l'obtention d'une pièce mécanique pouvant constituer en particulier chacune des aubes 110 de la

soufflante 104 et/ou chacune des aubes mobiles 116 et/ou des aubes fixes 120 de l'accélérateur 106.

Egalement, la pièce mécanique selon la présente invention peut également constituer les aubes fixes et/ou mobiles d'autres éléments d'un
5 turboréacteur, identique ou différent de celui illustré sur la figure 1, tel qu'un compresseur, en particulier un compresseur basse pression.

Comme il a été mentionné précédemment, il convient de rappeler que la pièce mécanique selon la présente invention peut également trouver application dans d'autres domaines que celui de
10 l'aéronautique pour la formation d'éléments structurels devant résister mécaniquement tout en présentant une structure relativement légère.

Un exemple de réalisation du procédé de fabrication selon la présente invention permettant l'obtention des aubes mentionnées précédemment va maintenant être décrit.

15 Dans cet exemple de réalisation non limitatif, on considère la réalisation d'une aube composé d'un noyau réalisé dans un premier matériau formé d'un alliage à base d'aluminium et d'une enveloppe réalisée dans un deuxième matériau formé d'un composite à matrice métallique dans lequel la matrice métallique est un alliage à base
20 d'aluminium et les éléments de renforcement sont des particules de carbure de silicium (SiC).

Dans ce cas, est tout d'abord formée une tige 10 en aluminium par les techniques classiques de fabrication des alliages en aluminium.

Est également fabriqué un manchon 20 réalisé dans le deuxième
25 matériau précité formant un composé à matrice métallique qui peut être obtenu par la technique de métallurgie des poudres.

La prochaine étape consiste à introduire la tige 10 à l'intérieur du manchon 20 afin de former un ensemble 30 : il est clair qu'à ce stade il existe un jeu, voire un espace entre la surface extérieure de la tige 10 et
30 la surface intérieure de la paroi du manchon 20.

Afin de solidariser entre eux la tige 10 et le manchon 20 de l'ensemble 30, tout en réalisant une bonne interface entre ces deux éléments, on choisit d'effectuer un filage qui est représenté sur la figure 2.

Sur cette figure 2, l'ensemble 30 apparaît comme étant introduit
35 dans l'entrée 40 d'une filière 42. Cette entrée 40 présente une forme de tronc de cône avec un angle au centre α formant l'angle de réduction.

Cette entrée 40 présente un diamètre amont supérieur au diamètre extérieur du manchon 20, tandis que le diamètre aval de l'entrée 40 présente un diamètre inférieur au diamètre de la tige 10.

En conséquence, l'ensemble 30 est, lors du passage en force et à chaud au niveau de l'entrée 40 de la filière 42, réduit en section par allongement, une interface étant créée entre la tige 10 et le manchon 20 qui forment conjointement de cette manière un demi-produit complexe 32 à la sortie 44 de la filière 42.

Il est entendu que l'étape de filage illustrée sur la figure 2 peut comporter plusieurs passages successifs dans des filières présentant des diamètres de plus en plus petits.

Dans l'exemple de réalisation illustré, l'angle de réduction α est égal à 30° , cet angle de réduction pouvant varier d'une manière générale entre 1° et 45° et de préférence entre 5° et 35° .

De cette manière, on obtient une réduction de section entre l'ensemble 30 et le demi-produit complexe 32 de l'ordre de 10 à 70 % et, de préférence, entre 20 et 60 %.

On peut relever que cette technique de filage, notamment lorsqu'elle est effectuée par le passage successif dans des filières en série, permet, par la pression exercée entre les surfaces en contact par friction, une bonne cohésion entre les matériaux constituant le noyau et l'enveloppe.

Cet exemple de réalisation a été réalisé avec une tige 10 présentant un diamètre de 30 mm réalisée dans un alliage d'aluminium de série 2024 T4, tandis que le manchon 20 présentait un diamètre extérieur de 70 mm et un diamètre intérieur de 40 mm en étant réalisé dans un deuxième matériau formant un composite à matrice métallique, la matrice métallique étant un alliage d'aluminium de série 2024 T4 et l'élément de renforcement étant composé de particules de carbure de silicium d'une taille moyenne de $5\ \mu\text{m}$ à hauteur de 15 % en poids.

Un tel filage peut être effectué à température ambiante ou bien à chaud, en particulier avec une température de l'ordre de 400°C .

Après le filage, l'étape ultérieure de l'exemple de réalisation décrit de manière détaillée consiste à effectuer un forgeage par matriçage en vue de donner la forme quasi-définitive de l'aube.

Ce matriçage est réalisé par des étapes successives dans des matrices tendant progressivement à présenter la forme définitive de l'aube dans des conditions de pression et de température adaptées aux matériaux pour maintenir une bonne interface et une bonne adhésion
5 entre le noyau et l'enveloppe : une température de l'ordre de 430°C et une pression de l'ordre de 100 MPa ont notamment été utilisées.

A l'issue de ces étapes de forgeage par matriçage du demi-produit 32, on obtient une ébauche (non représentée) qui est ensuite usinée pour aboutir à un produit fini formant la pièce mécanique selon
10 l'invention, en particulier une aube telle que celles qui sont représentées sur les figures 3 à 5.

Sur ces figures, l'aube 50 qui est représentée conformément à différentes formes comporte un noyau 52 réalisé dans le premier matériau constituant initialement la tige 10, tandis que l'enveloppe 54 entourant le
15 noyau 52 est réalisée dans le deuxième matériau formant initialement le manchon 20 de l'ensemble 30 de la figure 2.

Comme on peut le voir sur les parties en coupe transversale des figures 3 et 4 ainsi que sur la zone en coupe longitudinale de la figure 5, l'aube 50 présente une régularité de répartition du premier matériau et du
20 deuxième matériau entre le noyau 52 et l'enveloppe 54.

Ce résultat très satisfaisant est obtenu, contre toute attente, par des techniques relativement simples à mettre en oeuvre, ce qui génère des propriétés mécaniques homogènes, notamment dans les différentes parties du voile 50a de l'aube, ainsi qu'une continuité entre les propriétés
25 mécaniques de l'aube entre la voile 50a et le pied 50b de l'aube (voir figure 5).

Dans cet exemple de réalisation, on comprend qu'on a placé l'alliage en aluminium dans la partie centrale de l'aube, ce qui permet de bénéficier des propriétés de flexion de l'aluminium alors qu'en surface, le
30 composite à matrice métallique Al/SiC permet une plus grande rigidité et une meilleure tenue à l'impact et à l'érosion.

Il est bien entendu que, selon l'application à laquelle est destinée la pièce mécanique obtenue selon la présente invention, notamment de la partie requérant la rigidité la plus importante, on peut
35 choisir de placer le composite à matrice métallique Al/SiC dans le noyau

(au coeur de la pièce mécanique) ou bien dans l'enveloppe (en surface de la pièce mécanique).

5 La présente invention n'est pas limitée à l'utilisation d'éléments de renforcement sous la forme de particules de carbure de silicium, des particules d'alumine (Al_2O_3) ou des carbures métalliques, tels que le carbure de tungstène, le carbure de tungstène, le carbure de bore ou le carbure de titane, pouvant également être utilisés.

10 Egalement, comme il a été exposé dans la partie d'introduction, la présente invention s'applique également à la réalisation d'une pièce mécanique réalisée entièrement en un composite à matrice métallique, lequel présente une composition progressive en éléments de renforcement depuis le centre du noyau vers la périphérie de l'enveloppe.

REVENDECATIONS

1. Pièce mécanique (50, 110) présentant une direction principale
5 le long de laquelle s'étendent une zone de cœur formant un noyau (52) et
une zone périphérique formant une enveloppe (54) qui entoure ledit
noyau (52), ledit noyau (52) et ladite enveloppe (54) présentant entre eux
une liaison métallurgique, ledit noyau (52) étant réalisé dans un premier
matériau présentant au moins une matrice métallique et ladite enveloppe
10 (54) étant réalisée dans un deuxième matériau présentant au moins une
matrice métallique, caractérisée en ce que lesdites matrices métalliques du
premier et du deuxième matériaux présentent le même métal de base et
en ce que l'un au moins parmi lesdits premier et deuxième matériaux est
formé d'un composite à matrice métallique comprenant des éléments de
15 renforcement dispersés dans ladite matrice métallique.

2. Pièce mécanique (50, 110) selon la revendication 1,
caractérisée en ce que ledit métal de base est l'aluminium.

3. Pièce mécanique (50, 110) selon la revendication 2,
caractérisée en ce que lesdites matrices métalliques du premier et du
20 deuxième matériaux sont respectivement formées d'un premier alliage et
d'un deuxième alliage, ledit premier alliage et ledit deuxième alliage
appartenant aux alliages à base d'aluminium des séries 2000, 5000, 6000
ou 7000 selon les normes ASTM.

4. Pièce mécanique (50, 110) selon la revendication 3,
25 caractérisée en ce que ledit premier alliage et ledit deuxième alliage
appartiennent à la même série d'alliage à base d'aluminium parmi lesdites
séries 2000, 5000, 6000 ou 7000 selon les normes ASTM, en particulier à
la série 2000.

5. Pièce mécanique (50, 110) selon l'une quelconque des
30 revendications 1 à 4, caractérisée en ce que lesdits éléments de
renforcement sont des particules de carbure de silicium (SiC), d'alumine
(Al₂O₃) ou de carbure métallique tel que carbure de tungstène, de bore ou
de titane.

6. Pièce mécanique (50, 110) selon la revendication 5,
35 caractérisée en ce que lesdits éléments de renforcement représentent au

plus 50% en poids de la composition dudit composite à matrice métallique.

5 7. Pièce mécanique (50, 110) selon la revendication 6, caractérisée en ce que lesdits éléments de renforcement représentent entre 5 et 35%, de préférence entre 10 et 20%, et de préférence de l'ordre de 15% en poids de la composition dudit composite à matrice métallique.

10 8. Pièce mécanique (50, 110) selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisée en ce que l'un parmi lesdits premier et deuxième matériaux est formé dudit composite à matrice métallique comprenant lesdits éléments de renforcement dispersés dans ladite matrice métallique, l'autre parmi lesdits premier et deuxième matériaux étant formé seulement de ladite matrice métallique.

15 9. Pièce mécanique (50, 110) selon la revendication 8, caractérisée en ce que ledit premier matériau est formé seulement de ladite matrice métallique qui comporte l'aluminium comme métal de base et en ce que ledit deuxième matériau est formé dudit composite à matrice métallique comprenant lesdits éléments de renforcement dispersés dans ladite matrice métallique, ladite matrice métallique ayant l'aluminium
20 comme métal de base et lesdits éléments de renforcement étant formés de particules de carbure de silicium (SiC).

25 10. Pièce mécanique (50, 110) selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisée en ce que lesdits premier et deuxième matériaux sont formés dudit composite à matrice métallique comprenant lesdits éléments de renforcement dispersés dans ladite matrice métallique, lesdits éléments de renforcement représentant un pourcentage en poids de la composition dudit composite à matrice métallique différent dans ledit noyau (52) et dans ladite enveloppe (54).

30 11. Pièce mécanique (50, 110) selon la revendication 10, caractérisée en ce que lesdits éléments de renforcement représentent un pourcentage en poids de la composition dudit composite à matrice métallique progressif dans ledit premier matériau et dans ledit deuxième matériau, depuis le centre dudit noyau (52) vers la périphérie de ladite enveloppe (54).

35 12. Pièce mécanique (50, 110) selon la revendication 10 ou 11, caractérisée en ce que ledit premier matériau présente, pour lesdits

éléments de renforcement, un pourcentage en poids de la composition dudit composite à matrice métallique plus important que dans ledit deuxième matériau.

5 13. Pièce mécanique (50, 110) selon la revendication 10 ou 11, caractérisée en ce que ledit deuxième matériau présente, pour lesdits éléments de renforcement, un pourcentage en poids de la composition dudit composite à matrice métallique plus important que dans ledit premier matériau.

10 14. Aube (50, 110) constituée d'une pièce mécanique selon l'une quelconque des revendications 1 à 13.

15 15. Compresseur basse pression comprenant des aubes fixes et/ou mobiles selon la revendication 14.

16. Soufflante (104) de turboréacteur comprenant des aubes (110) selon la revendication 14.

15 17. Procédé de fabrication d'une pièce mécanique (50, 110) selon l'une quelconque des revendications 1 à 13, caractérisé en ce qu'il comporte successivement les étapes suivantes :

20 a) on réalise par compactage un demi-produit contenant un noyau (52) et une enveloppe (54), ledit noyau (52) et ladite enveloppe (54) présentant entre eux une liaison métallurgique, ledit noyau (52) étant réalisé dans un premier matériau présentant au moins une matrice métallique et ladite enveloppe (54) étant réalisée dans un deuxième matériau présentant au moins une matrice métallique, lesdites matrices métalliques du premier et du deuxième matériaux présentant le même métal de base et l'un au moins parmi lesdits premier et deuxième matériaux étant formé d'un composite à matrice métallique comprenant des éléments de renforcement dispersés dans ladite matrice métallique,

25 b) on réalise le forgeage du demi-produit pour obtenir une ébauche, et c) on usine ladite ébauche pour aboutir à un produit fini formant ladite pièce mécanique .

30

18. Procédé de fabrication selon la revendication 17 en vue de l'obtention d'une pièce mécanique selon la revendication 11, caractérisé en ce que ladite étape a) consiste à former conjointement le noyau (52) et l'enveloppe (54) par la technique de métallurgie des poudres.

35 19. Procédé de fabrication selon la revendication 17 en vue de l'obtention d'une pièce mécanique selon l'une quelconque des

revendications 1 à 10, caractérisé en ce que ladite étape a) consiste à réaliser successivement les sous-étapes suivantes :

- 5 a1) former une tige (10) s'étendant selon une direction longitudinale dans ledit premier matériau, ladite tige (10) étant destinée à former ledit noyau (52) placé au cœur de la pièce mécanique ;
- a2) former un manchon (20) s'étendant selon une direction longitudinale dans ledit deuxième matériau, ledit manchon (20) étant destinée à former l'enveloppe (54) de la pièce mécanique en entourant ledit noyau (52) ;
- 10 a3) introduire la tige (10) dans le manchon (20) pour former un ensemble (30), et
- a4) passer à travers un orifice de section réduite ledit ensemble (30) pour diminuer au moins une dimension dudit ensemble selon une direction perpendiculaire à ladite direction longitudinale et afin de créer une liaison métallurgique entre ladite tige (10) et le dit manchon (20).

- 15 20. Procédé selon l'une quelconque des revendications 17 à 19, caractérisé en ce que ladite sous-étape a4) consister à effectuer un laminage ou un filage.

21. Procédé selon l'une quelconque des revendications 17 à 20, caractérisé en ce que ladite étape b) consister à effectuer un matriçage.

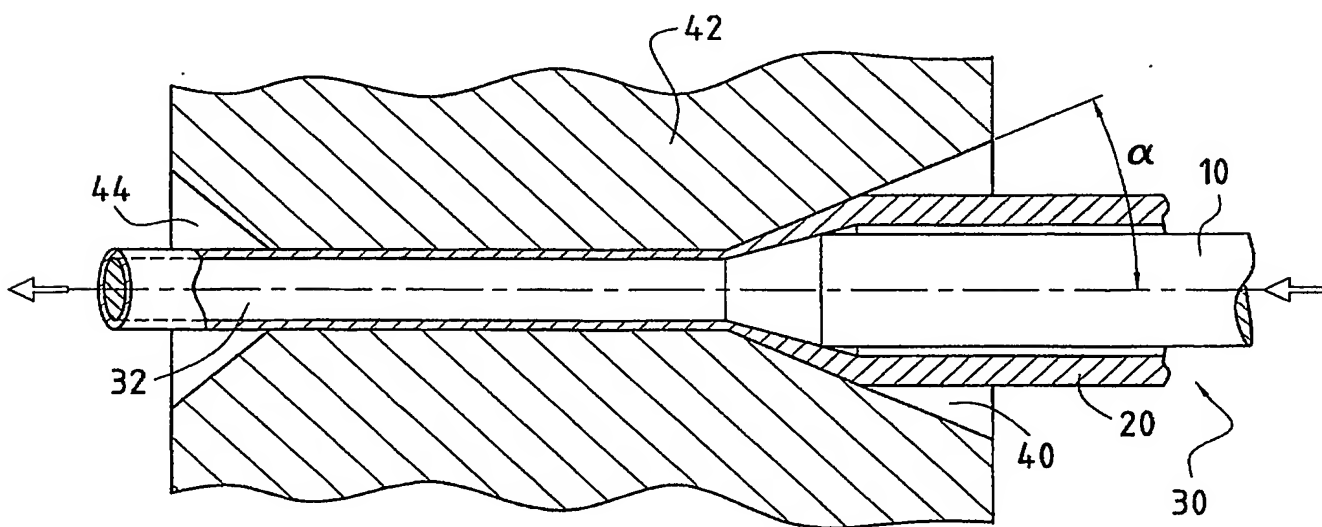
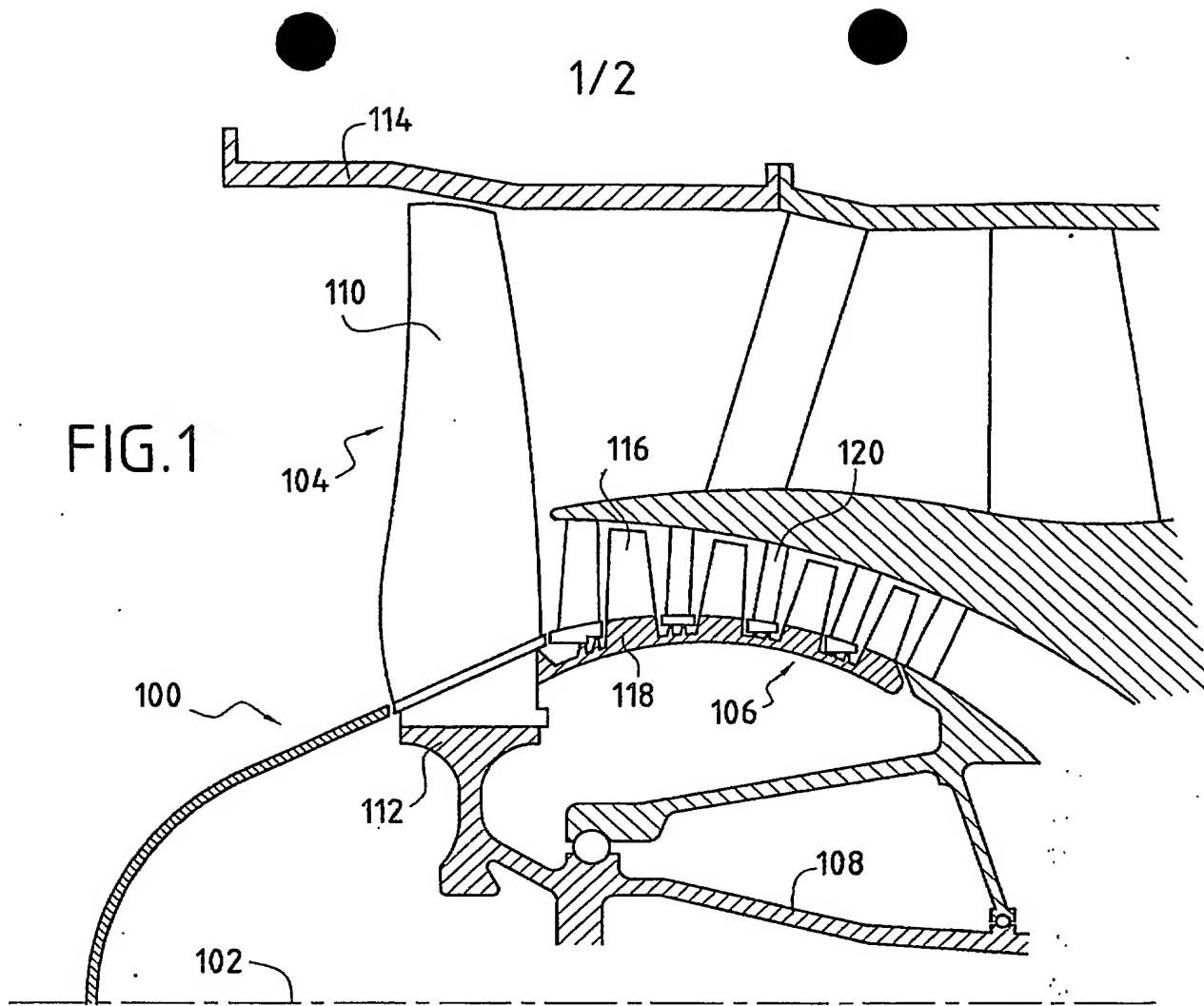


FIG.2

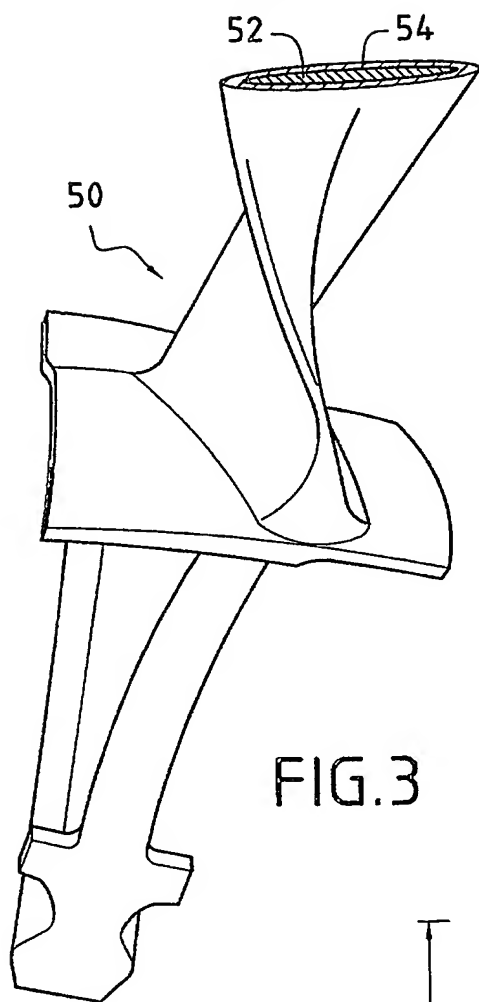


FIG. 3

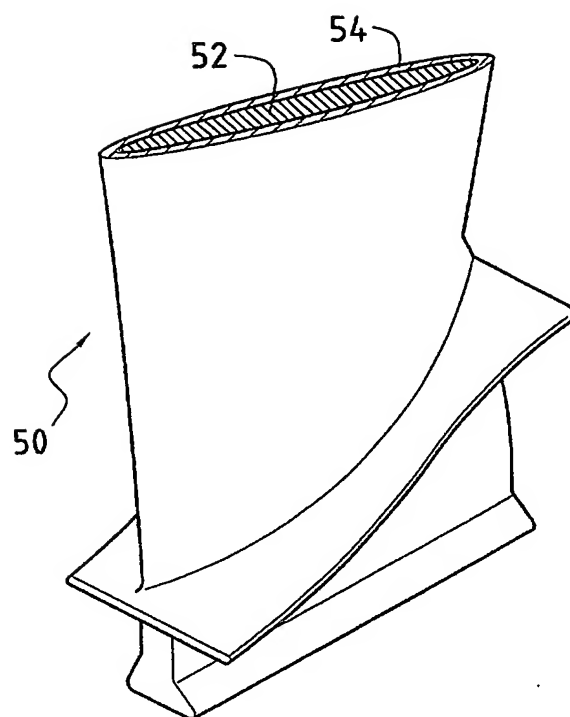


FIG. 4

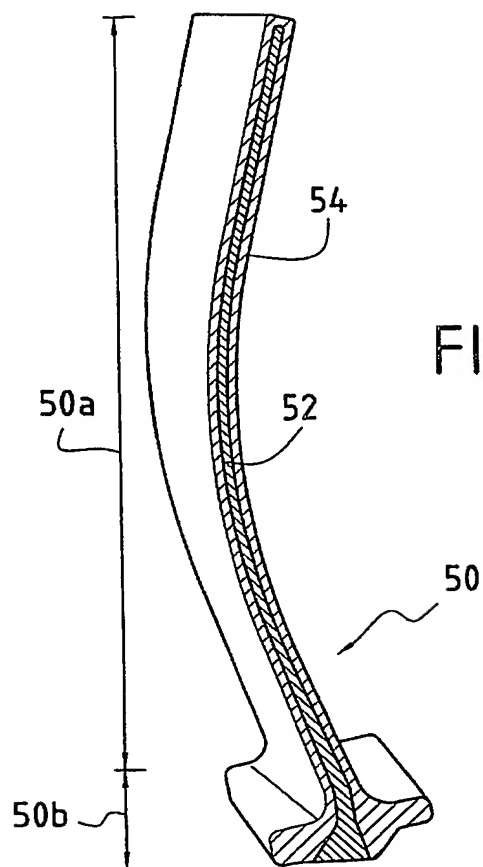


FIG. 5

DÉPARTEMENT DES BREVETS

26 bis, rue de Saint Pétersbourg
75800 Paris Cedex 08


Téléphone : 33 (1) 53 04 53 04 Télécopie : 33 (1) 42 94 86 54

DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S) Page N° 1. / 1.

(Si le demandeur n'est pas l'inventeur ou l'unique inventeur)

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DS 113 W/3C

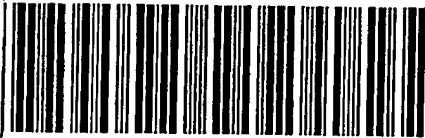
Vos références pour ce dossier (facultatif)		H105790.481/SOB	
N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL		0209444	
TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)			
"Pièce mécanique, et procédé de fabrication d'une telle pièce mécanique"			
LE(S) DEMANDEUR(S) :			
1. SNECMA MOTEURS			
2. FORGES DE BOLOGNE			
DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) : (Indiquez en haut à droite «Page N° 1/1» S'il y a plus de trois inventeurs utilisez un formulaire identique et numérotez chaque page en indiquant le nombre total de pages).			
Nom		PESLERBE	
Prénoms		Isabelle	
Adresse	Rue	2, rue de Saint-Arnoult	
	Code postal et ville	91340 OLLAINVILLE FRANCE	
Société d'appartenance (facultatif)			
Nom		TSCHOFEN	
Prénoms		Jacques	
Adresse	Rue	31, rue des Forges	
	Code postal et ville	52310 BOLOGNE FRANCE	
Société d'appartenance (facultatif)			
Nom		THENAISIE	
Prénoms		Anne	
Adresse	Rue	3, square J. Guesde	
	Code postal et ville	91000 EVRY FRANCE	
Société d'appartenance (facultatif)			
DATE ET SIGNATURE(S) DU (DES) DEMANDEUR(S) OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire)		Paris, le 25 juillet 2002  CABINET BEAU DE LOMENIE Sophie BRIAT CPI n° 00.0400	

THIS PAGE BLANK (USPTO)

BEST AVAILABLE COPY

PCT Application

FR0302350



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.